



NNGYK
NEMZETI NÉPEGÉSZSÉGÜGYI
ÉS GYÓGYSZERÉSZETI KÖZPONT

Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Sugárvédelmi Szakosztály
I. Sugárvédelmi Továbbképző Tanfolyam
Balatonalmádi, 2026. április 14–16.

A légköri radioaktivitás mérésének eredményei és tapasztalatai az elmúlt 20 évből

**Homoki Zsolt, Szigeti Ágnes, Kövendingé Kónyi Júlia,
Rell Péter, Osváth Szabolcs**

**Nemzeti Népegészségügyi és Gyógyszerészeti Központ,
Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Főosztály, Radon Csoport**

Környezeti monitoring célja



Emisszió
(kibocsátott anyag koncentrációja)

terjedés a környezeti elemekben



Immisszió
(szennyezettség mértéke a környezetben)

expozíció (belső/külső)

Egészségkockázat



Hogyan terjed a szennyezés?

Földön



Vízen



Levegőben



Radiológiai környezeti monitoring eszközök



Környezeti elem	Környezeti minta típusa	Radiológiai vizsgálat	Vizsgálati irány
Levegő	<ul style="list-style-type: none"> aeroszol fallout (száraz és nedves) 	<ul style="list-style-type: none"> levegőbeli aktivitás-koncentráció felületi aktivitás-koncentráció 	<ul style="list-style-type: none"> összes-alfa/béta, GSP összes-béta, gamma-spektrometria
Külső környezet	<ul style="list-style-type: none"> háttér gamma-sugárzás talaj és fű felszíni víz (folyó v. álló) 	<ul style="list-style-type: none"> gamma-sugárzás intenzitás tömeg szerinti aktivitás-koncent. felületi aktivitás-koncentráció térfogati aktivitás-koncentráció 	<ul style="list-style-type: none"> gamma-dózisteljesítmény mérés összes-béta, gamma-spektrometria in-situ gamma-spektrometria összes-alfa/béta, GSP, H-3, Sr-90
Élelmiszer	<ul style="list-style-type: none"> ivóvíz, ásványvíz zöldség/gyümölcs hús és húskészítmény, hal tej és tejtermék kenyér és gabona félék tojás készétel (mixed diet) 	<ul style="list-style-type: none"> térfogati v. tömeg szerinti aktivitás-koncentráció 	<ul style="list-style-type: none"> összes-alfa/béta aktivitás gamma-spektrometria (GSP) trícium (H-3) stroncium (Sr-90)



Mi a környezeti monitoring mérések célja?

- **A környezetben lévő szennyező anyag abszolút mennyiségének a meghatározása.**
- **Annak a vizsgálata, hogy a környezetben lévő szennyezés mértéke elér-e egy kockázati szintet?**
Egy olyan szintet, amely már rendkívüli eseményre utal vagy kockázatot jelent.

A kettő közötti különbség általában, de nem szükségszerűen az alkalmazott módszer érzékenységében van.

Légköri radioaktivitás mintavételi hely – Anna utcai telephely

Nagy fallout



Kis légforgalmú
aeroszol mintavevő

Kis fallout



Folytonos üzemű
alfa/béta monitor

Közepes légforgalmú
aeroszol mintavevő

Légtörő radioaktivitás mintavevők #1



Kis fallout	Szempont	Nagy fallout
1978-tól	üzemeltetés	2000 - 2017.
0,2 m ²	gyűjtő felület	1,0 m ²
1 hónap	gyűjtési idő	1 hónap
0,2 l/mm eső	csapadék intenzitás	0,2 l/mm eső
1 – 10 l	csapadék mennyiség	1 – 120 l
12 db/év	mintaszám/év	12 db/év
bepárlás, hamvasztás	mintaelőkészítés	bepárlás, hamvasztás

Bq/(m ² ·30nap)	<u>Aktivitás kiülepedési sebesség</u>	Bq/(m ² ·30nap)
12	Összes-béta	9
0,18	Cs-137	0,05
75	Be-7	69
11	Pb-210	9

Bq/(m ² ·30nap)	<u>Kimutatási határ (KH)</u>	Bq/(m ² ·30nap)
0,5	Összes-béta	0,1
0,15	Cs-137	0,05



Légköri radioaktivitás mintavevők #2

Kis légforgalmú	Szempont	Közepes légforgalmú
1978-tól	üzemeltetés	1995-től
KFKI NA-204	típus	Senya Oy, JL-150
2,5-4 m ³ /h	szívási sebesség	150 m ³ /h
1 nap (24 h)	gyűjtési idő	1 hét (168 h)
50 -100 m ³	átszívott légtérfogat	21-26.000 m ³
cellulóz nitrát	szűrő típusa	üvegszál szűrő
5,7 cm ²	szűrő felület	557 cm ²
180 db/év	mintaszám/év	52 db/év
pihentetés	mintaelőkészítés	pihentetés, prézelés
összes-béta	vizsgálati irány	GSP (gamma-spektró.)
Bq/m³	Átlagos aktivitás-konc.	Bq/m³
1,4 E-3	Összes-béta	-
-	Cs-137	1,0 E-6
-	Be-7	4,0 E-3
-	Pb-210	5,0 E-4
Bq/m³	Kimutatási határ (KH)	Bq/m³
1,0 E-3	összes-béta	-
-	Cs-137	1,0 E-6



Légekőri radioaktivitás mintavevők #3

Folytonos alfa/béta	Szempon	Nagy légforgalmú
2002 – 2008.	üzemeltetés	2025-től
Thermo ESM FHT 59Si	típus	Senya Oy, JL-400
~30 m ³ /h	szívási sebesség	400 m ³ /h
30 min/0,5cm	gyűjtési idő	1 hét (168 h)
-	átszívott légtérfogat	58-62.000 m ³
üvegszálás szűrő	szűrő típusa	üvegszálás szűrő
19,6 cm ²	szűrő felület	2.025 cm ²
-	mintaszám/év	52 db/év
-	mintaelőkészítés	pihentetés, préselés
összes-alfa/béta	vizsgálati irány	GSP (gamma-spektró.)
Bq/m³	Átlagos aktivitás-konc.	Bq/m³
10	természetes összes-alfa	-
-	Cs-137	3,0 E-7
-	Be-7	4,0 E-3
Bq/m³	Kimutatási határ (KH)	Bq/m³
2,0 E-1	mesterséges összes-alfa	-
2,5 E-1	mesterséges összes-béta	-
-	Cs-137	5,0 E-7



Mérőképességek mintavevők és módszerek szerint

Mintavevő	Minta gyűjtési idő	Minta-előkészítés	Vizsgálati irány	Detektor típusa	Mérési idő	Σ Idő mintavétel kezdetétől	Kimutatási határ
Automess 6150 gamma-dózisteljesítmény mérő	-	-	gamma-dózisteljesítmény	szcintillációs	2 min	2 min	¹ 20 nSv/h ~ 3-18 kBq/(m ² ·30nap) ~ 45-350 Bq/m ³
Thermo ESM FHT 59 Si aerosol monitor	30 min	-	összes alfa/béta	PIPS detektor	30 min	30 min	mesterséges alfa: 2,0 E-1 Bq/m ³ mesterséges béta: 2,5 E-1 Bq/m ³
Kis légforgalmú aeroszol mintavevő	24 h	- (prompt)	összes-béta	szcintillációs	5 min	24 h	² összes-béta-akt.: 2,0 E0 Bq/m ³
Kis légforgalmú aeroszol mintavevő	24 h	3 nap pihentetés	összes-béta	szcintillációs	100 min (1,5 h)	4 nap	² összes-béta-akt.: 3,0 E-3 Bq/m ³
Hunter JL-150 aeroszol mintavevő	168 h (1 hét)	prézelés, 1 nap pihentetés	gamma-spektrometriai	HPGE	240 min (4 h)	9 nap	Cs-137 akt. konc.: 1,0 E-5 Bq/m ³ I-131 akt. konc.: 2,0 E-5 Bq/m ³
Hunter JL-150 aeroszol mintavevő	168 h (1 hét)	prézelés, 4 nap pihentetés	gamma-spektrometriai	HPGE	2.670 min (44 h)	15 nap	Cs-137 akt. konc.: 1,0 E-6 Bq/m ³ I-131 akt. konc.: 2,0 E-6 Bq/m ³
Watchman JL-400 aeroszol mintavevő	168 h (1 hét)	prézelés, 4 nap pihentetés	gamma-spektrometriai	HPGE	2.670 min (44 h)	15 nap	Cs-137 akt. konc.: 3,0 E-7 Bq/m ³ I-131 akt. konc.: 3,0 E-6 Bq/m ³

¹Az a dózisteljesítmény növekmény a természetes háttér-sugárzásban, amely már meghaladja a természetes ingadozás tartományát.

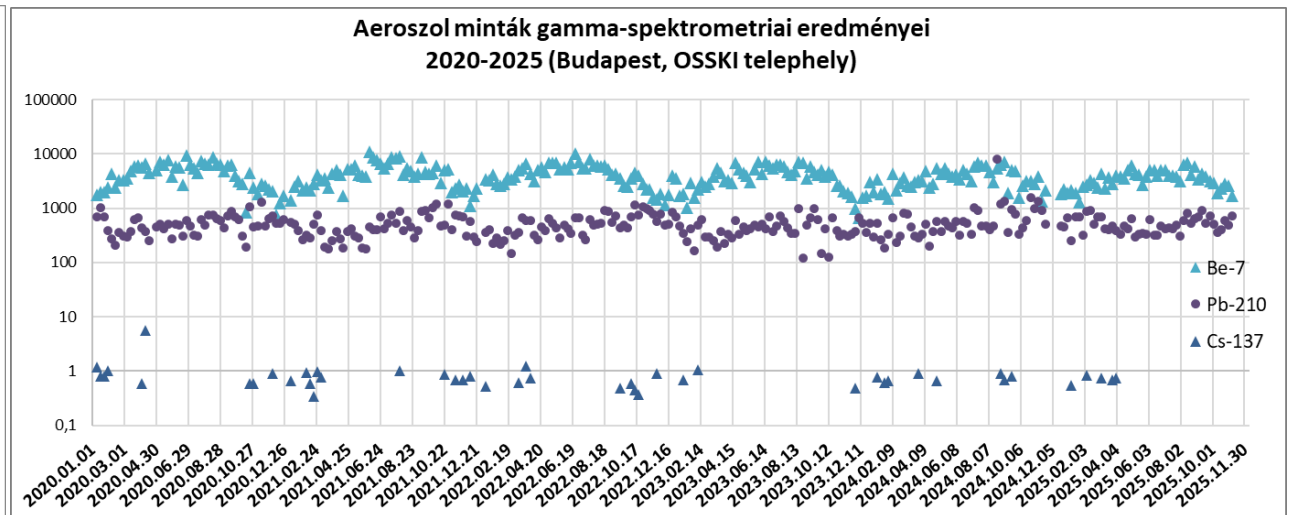
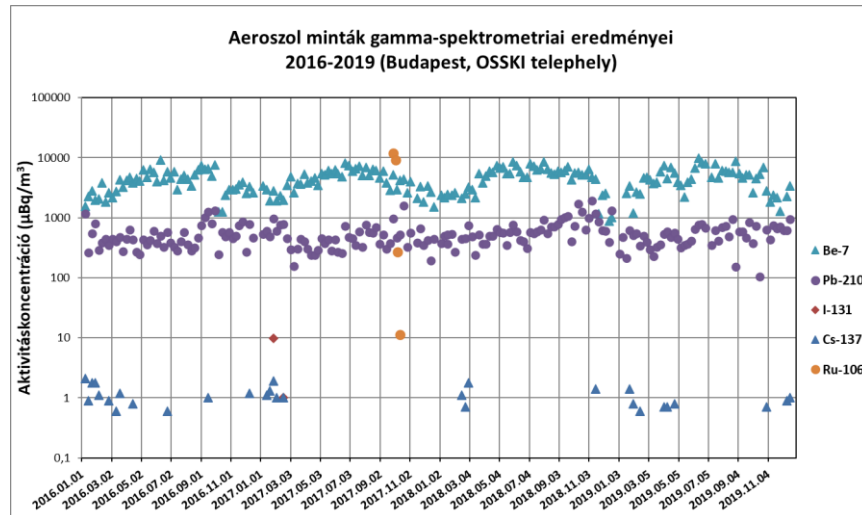
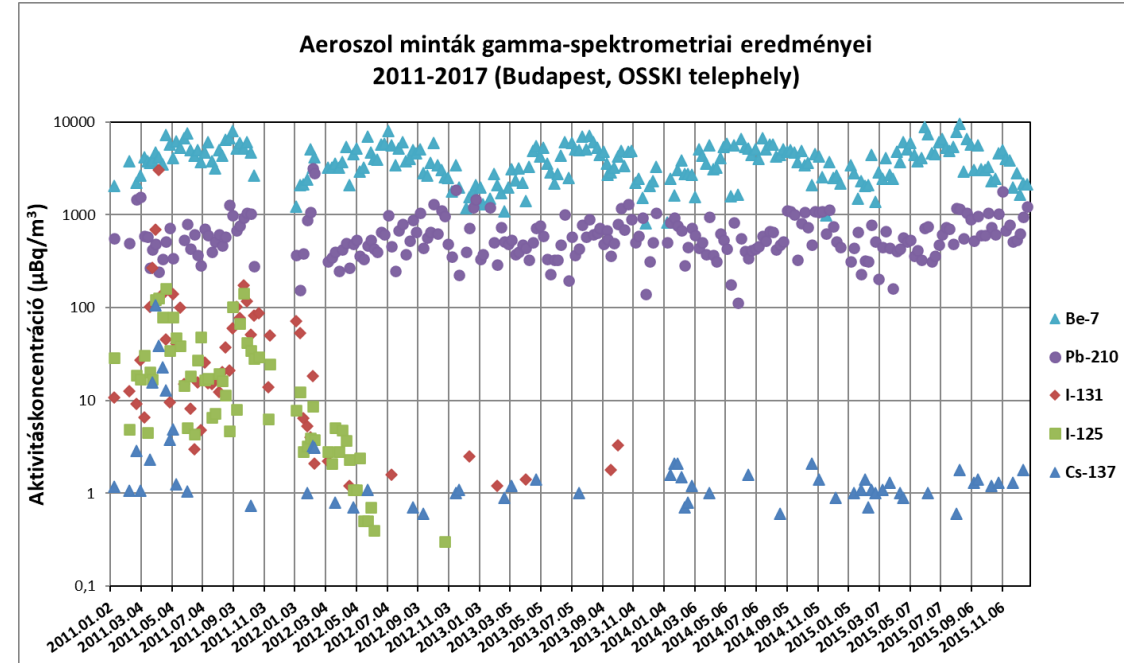
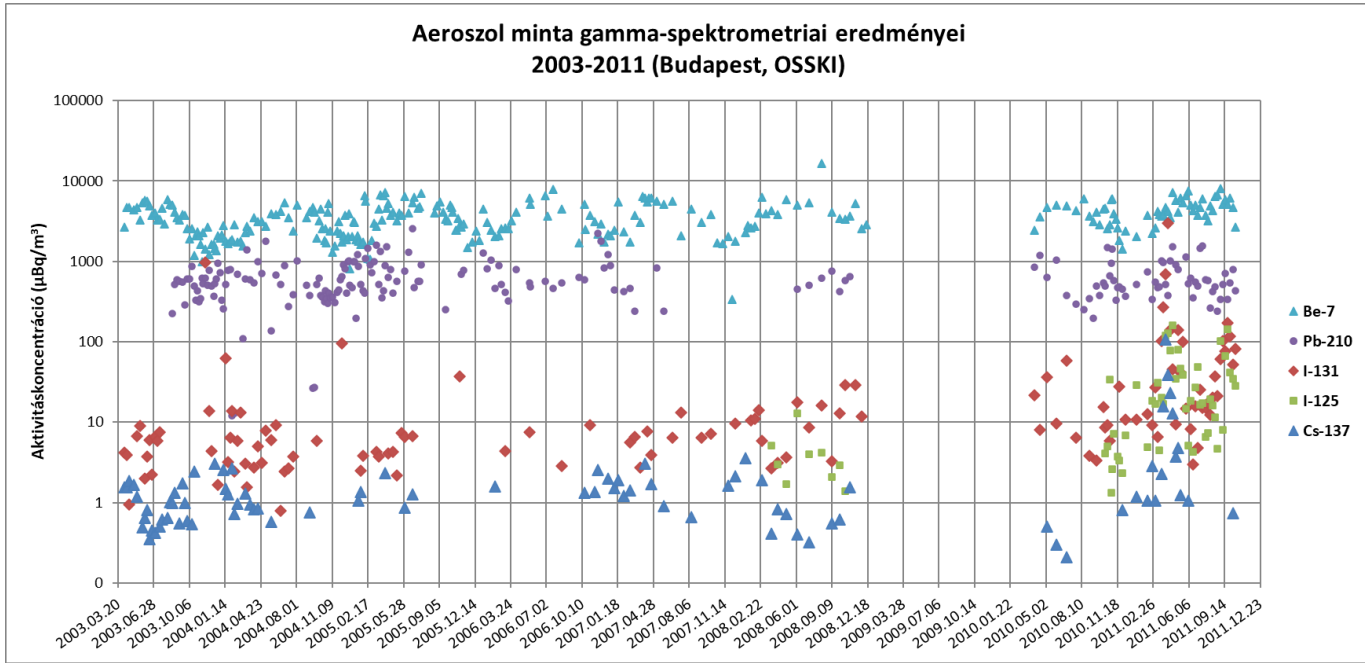
²Az az összes béta-aktivitáskoncentráció, ami felett felmerül a mesterséges szennyezés jelenlétének a gyanúja.

Környezeti sugárzási szintek #1

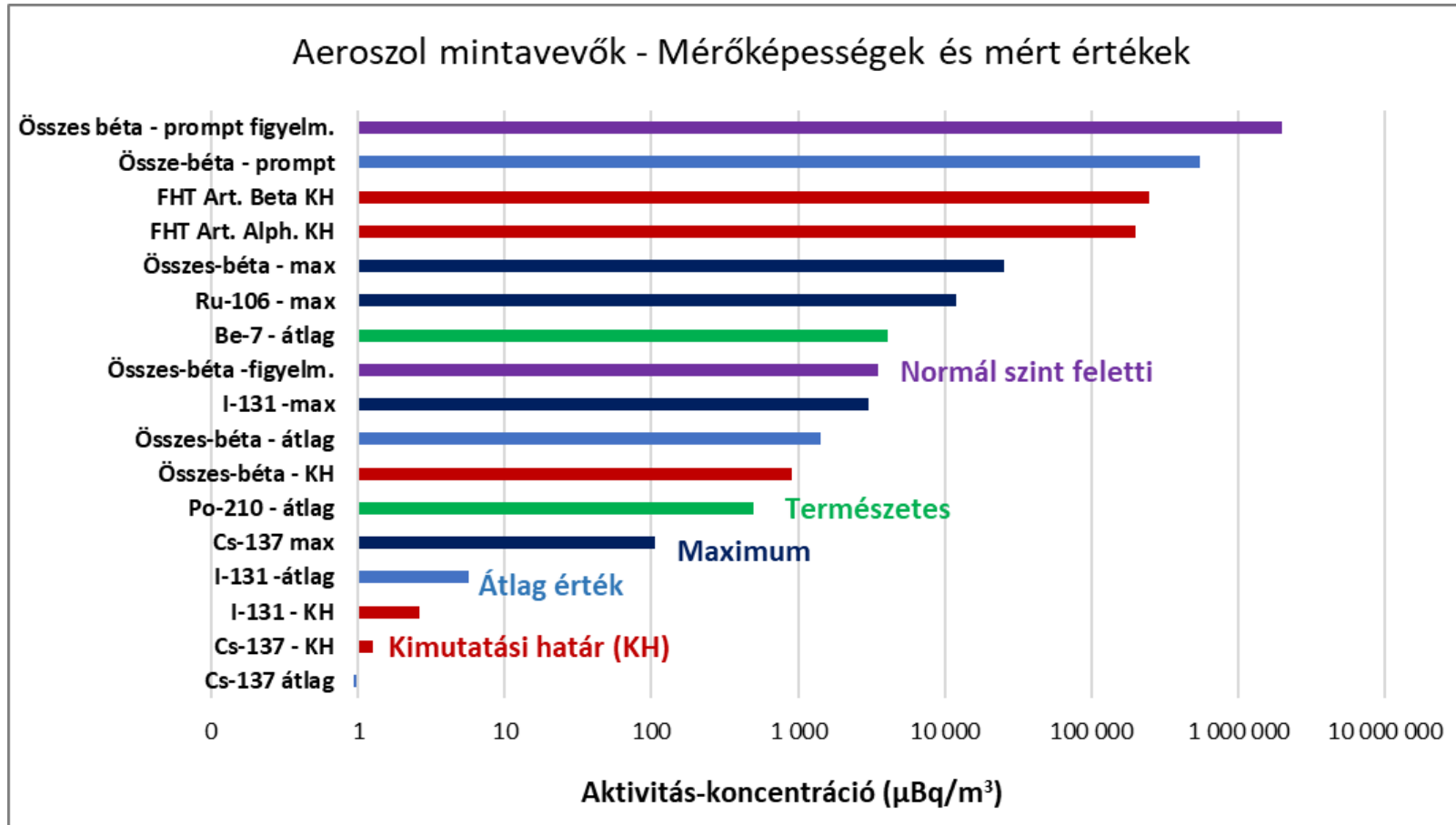
Környezeti sugárzási rendkívüli nukleáris események kapcsán

Rendkívüli esemény	Aeroszol minták	Fallout minták
Kína: kísérleti légköri atomfegyver robbantás 1976. szeptember 1977. szeptember	Összes béta-aktivitáskonzentráció ~ 20 mBq/m ³ (havi átlag) 1976 okt. ~ 16 mBq/m ³ (havi átlag) 1977 okt.	Összes gamma-aktivitáskonzentráció ~ 180 Bq/(m ² ·30nap) 1976. október ~ 130 – 210 Bq/(m ² ·30nap) 1977. május –október
Kína: légköri hidrogén bomba robbantás 1980. október	Összes béta-aktivitáskonzentráció 64 mBq/m ³ 1980. december 15. 4-9 mBq/m ³ (havi átlag) 1980. december – 1981. július	Összes béta-aktivitáskonzentráció 100 – 270 Bq/(m ² ·30nap) 1981. május – július
Szovjetunió (Ukrajna): Csernobili atomerőmű balesete 1986. április	Összes béta-aktivitáskonzentráció 15 Bq/m ³ 1986. május 1. 140 mBq/m ³ (éves átlag) 1986. év	Összes béta-aktivitáskonzentráció 3,9 kBq/(m ² ·30nap) (éves átlag) 1986. év
Japán: Fukushima Daiichi atomerőmű balesete 2011. március	Összes béta-aktivitáskonzentráció 7,2 mBq/m ³ 2011.04.12. Cs-137: 0,1 mBq/m ³ 2011.03.29-04.05. I-131: 3,0+2,3 mBq/m ³ 2011.04.05-04.12.	Cs-137: 0,13 és 0,07 Bq/(m ² ·30nap) 2011. április
Ru-106 kibocsátás 2017. szeptember	Összes béta-aktivitáskonzentráció 25,2 mBq/m ³ 2017.10.03. Ru-106: 12,0 mBq/m ³ 2017.09.25-10.02	Összes béta-aktivitáskonzentráció 4,6 és 5,4 Bq/(m ² ·30nap) 2017. október

Környezeti sugárzási szintek #2



Környezeti sugárzási szintek és kimutatási határok



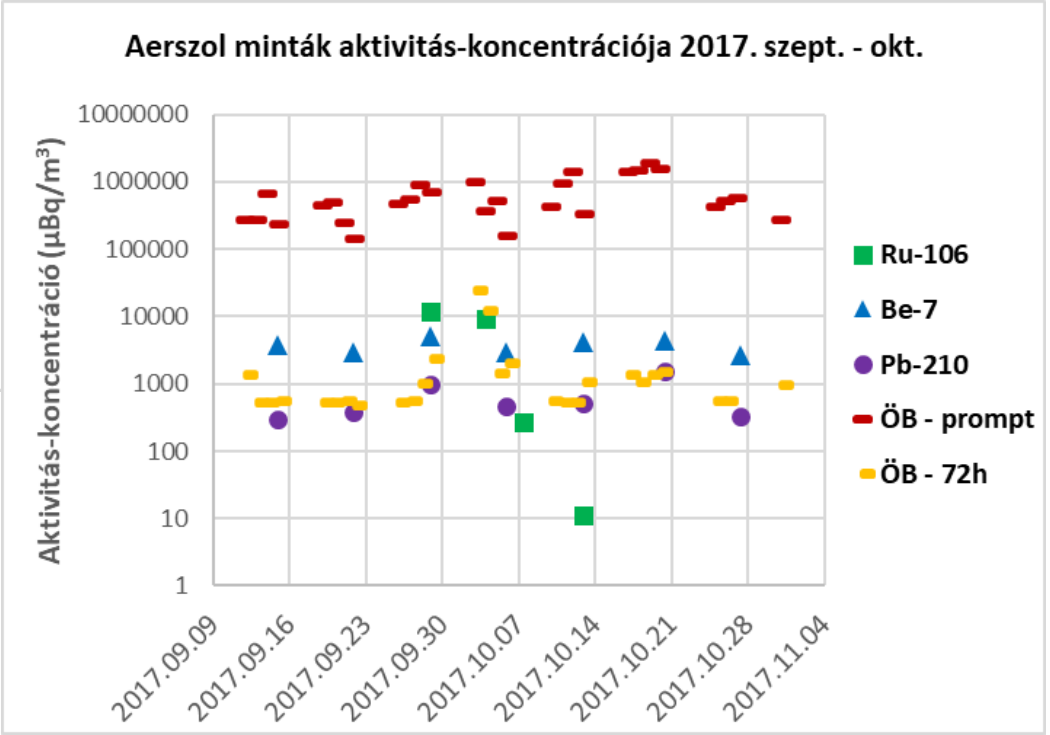
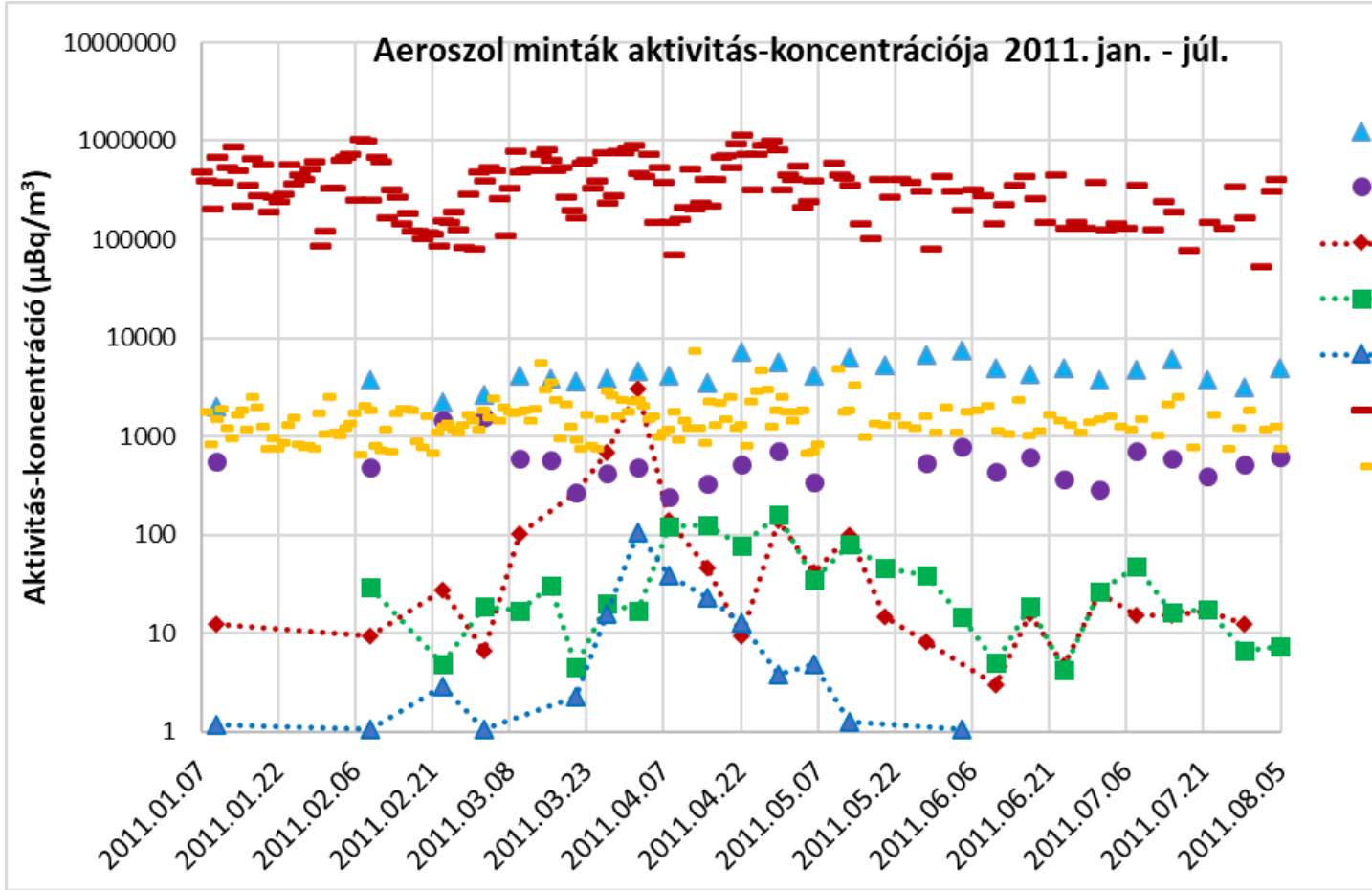
Mintavételi/mérési módszerek:

- HUNTER - GSP (Cs-137, I-131, Ru-106)
- Kis aeroszol - összes-béta (prompt + pihentetett)
- FHT 59Si - összes-alfa/béta (mesterséges)

Ábrázolt értékek:

- KH** – átlagos kimutatási határ
- Átlag** – mért értékek átlag
- Maximum** – mért legmagasabb érték
- Természetes** – természetes radioizotópok átlagos értékei
- Normál szint feletti** – figyelemre méltó érték, ami a normál szint felett van.

I minták aktivitás-koncentrációi



Tanulságok, következtetések

- A környezetünkben a mesterséges izotópok koncentrációja nagyon alacsony, tört része a természeteseknek.
- Az elmúlt 30 évben nem történt olyan rendkívüli radiológiai esemény, amely miatt hazánkban tartósan megnőtt volna a mesterséges radioaktivitás mértéke a környezetünkben.
- A légköri aeroszolok radiológiai mérésénél általában a leggyorsabb módszereknek a legkedvezőtlenebb az érzékenysége. A legjobb érzékenységet biztosító módszerek időigénye a legnagyobb és a mérés technikai háttere a legmagasabb színvonalú.
- A módszer érzékenysége növelhető a szívásteljesítmény (+ szűrőfelület), a mintavételi idő, a mérési idő növelésével, a filter pihentetésével, és minőségileg jobb információ kapható spektrometriai mérésre alkalmas, jobb felbontású detektor használatával.
- A monitoring rendszer kialakításakor el kell dönteni, hogy milyen kockázati szintnek megfelelő kimutatási határ, és milyen reakció idő (válasz idő) elérése a cél?
- A kihullás minták esetében az eltérő kialakítású gyűjtőknél a felületarányosan meghatározott csapadék mennyiségében, és a mért aktivitásokban is lehetnek eltérések. Általában akkor tapasztalható jobb egyezés közöttük, ha a mintagyűjtésre szolgáló felület folytonosan vízzel borított. A nagyobb felület jobb kimutatást tesz lehetővé.
- Az on-line működtetett dózisteljesítmény mérőhálózat nukleáris baleseti helyzetben ad fontos információt a csóva terjedésének irányáról és levegő radioaktivitásának mértékéről, amelyet kihullás is kísérhet. Ezen információk nagy mértékben segítik a védekezési stratégia kialakítását. Ugyanakkor alacsony mértékű szennyezettség kimutatása csak légköri aeroszolok radiológiai vizsgálatával lehetséges.

Esetek, balesetek nukleáris fegyverekkel



Somlai János • Hegedűs Mildós

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

homoki.zsolt@nngyk.gov.hu

A XX. századot az atomkor századának is nevezik. Az ionizáló sugárzások, a magreakciók felfedezése egy teljesen új tudományág kapuit tárta szélesre. A maghasadás megvalósítása hihetetlenül nagy lehetőséget adott az emberiség kezébe. Az atomenergia nélkül napjainkban már nem lenne megoldható az energia igények kielégítése.

Sajnos a sok hasznos felhasználás mellett a rombolásra, pusztításra irányuló lehetőségek sem kerültek el a tudósok, majd a politikusok, katonák figyelmét. Óriási energiákat képesek hirtelen felszabadítani, ami az emberek megbetegedéséhez, halálához, a környezet jelentős elszennyeződéséhez, a pusztításhoz, és ha nem vigyázunk az elővilág akár teljes kipusztulásához is vezethet.

A Szovjetunió szétesését követően megvillant, legalább is itt Európában a békés jövőbe vezető út lehetősége. Az elmúlt pár év azonban mindent felülír. Újságírók, politikusok, magas rangú katonák szinte már naponta ejtik ki a szájukon a nukleáris háború lehetőségét. Feltételezzük, hogy fogalmuk sincs, mit beszélnek.

Mindegyik fél számos rakétával, bombával rendelkezik. A legnagyobb kérdés, hogy egy nukleáris háborút ki élne túl, hogyan és legfőképp minek?

Könyvünkben áttekintettük Japán ellen bevett atombombák hatását, valamint a nukleáris fegyverek gyártásánál tesztelésénél előfordult olyan eseteket, baleseteket, amelyek a környezet elszennyezése mellett a dolgozók és/vagy a lakosság jelentős sugárterhelésével is jártak.

A nukleáris háborúnak nem lehet győztese. Vesztese az egész emberiség. Egyetlen Föld van és az nagyon sebezhető, vigyázzunk rá!

